

# Masa muscular, fuerza isométrica y dinámica en las extremidades inferiores de niños y adolescentes con síndrome de Down

A. GONZÁLEZ-AGÜERO<sup>1,2</sup>, M.A. VILLARROYA<sup>1,3</sup>, G. VICENTE-RODRÍGUEZ<sup>1,2</sup>, J.A. CASAJÚS<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Grupo GENUD (Growth, Exercise, NUtrition and Development).

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte de Huesca, Universidad de Zaragoza.

<sup>3</sup>Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza.

## Resumen

*En general se ha observado que las personas con síndrome de Down (SD) tienen valores inferiores de fuerza muscular comparados con personas sin SD. También existe un déficit de masa muscular en los adultos con SD comparados con otros sin SD. Sin embargo, ningún estudio hasta la fecha había evaluado esta masa muscular en población pediátrica. Nuestro estudio pretende poner de manifiesto si también a edades tempranas existe un déficit de masa muscular y además relacionar ambos valores. Los niños y adolescentes con y sin SD (15±3 y 14±3 años respectivamente) de nuestro estudio obtuvieron valores similares de masa muscular ajustada por talla y estadio puberal, pero el grupo con SD obtuvo valores inferiores de fuerza ( $p<0.05$ ). Además de esto, el grupo con SD ejerció menos kilogramos de fuerza por cada kilogramo de masa muscular. Alguna causa fisiológica o de transmisión podría explicar esta falta de fuerza ya que, al menos en esta franja de edad no existe un déficit de masa muscular. Deberían incentivarse los programas de entrenamiento específicos para este tipo de población para comprobar si es posible un incremento en su fuerza muscular.*

**Palabras clave:** Composición corporal, condición física, trisomía 21, DXA.

## Abstract

*Generally it has been observed that population with Down syndrome (DS) has lower levels of muscular strength compared with others without DS. It is also known a deficit between muscular mass between adults with and without DS. However, there are no studies until the date which evaluated muscular mass in paediatric populations. Our study pretends to show whether also in earlier ages it does exist a deficit in the muscular mass and also to relate both values. Children and adolescents with and without DS (15±3 y 14±3 years respectively) from the study had similar values of muscular mass adjusted by height and puberal status, but DS group obtained lower values in all strength parameters. In addition, DS group also performed less kilograms of strength by kilogram of muscular mass. Some physiological or transmission impairment could explain this lack of strength as it known that there are not deficit in the muscular mass. Specific and adapted for this population training programs should be promoted to check whether an enhancement in their muscular strength is possible.*

**Keywords:** Body composition, physical fitness, trisomy 21, DXA.

---

## Correspondencia:

Dr. José Antonio Casajús  
Ed. Cervantes, Calle Corona de Aragón 42, 2ª planta  
50009, Zaragoza, España  
Email: [joseant@unizar.es](mailto:joseant@unizar.es)

## Introducción

El síndrome de Down (SD) es una condición genética caracterizada por un retraso mental a diferentes niveles, y está asociada con anomalías en el cromosoma 21. Se han descrito más de 80 características clínicas en individuos con SD, incluidos problemas cardíacos congénitos, presentes aproximadamente en el 40% de los individuos con SD.[1]

Las evidencias científicas[2, 3] sugieren que algunas de las características del SD pueden afectar a la práctica de ejercicio, como pueden ser la hipotonía, hipermovilidad de las articulaciones, hiperlaxitud de los ligamentos, ligera a moderada obesidad, sistema respiratorio y cardiovascular poco desarrollado, estatura más baja (brazos y piernas cortas en relación al torso). Además también se ha descrito un equilibrio muy pobre y dificultades en la percepción.[3] Asociadas a la hipotonía y a la hipermovilidad encontramos lordosis, ptosis, caderas dislocadas, pies planos, cabeza adelantada e inestabilidad atlantoaxial.[3, 4] La inestabilidad atlantoaxial contraindica la participación de personas con SD en actividades deportivas de contacto.[4]

Además de estas características clínicas, los niños, adolescentes y adultos con SD presentan niveles más bajos de condición física que los controles de su misma edad sin SD, con o sin retraso mental.[5-7]

Existen muy pocos estudios sobre masa magra o muscular y/o fuerza muscular en niños y adolescentes con SD, pero se pueden inferir algunos resultados obtenidos en adultos con SD, aunque no hay certeza de que en población pediátrica se repliquen.

Luke et al.[8] no encontraron diferencias en la masa libre de grasa entre niños prepúberes con y sin SD usando para ello una dilución de deuterio, impedancia bioeléctrica y pliegues cutáneos.

Guijarro et al.[9] y Baptista et al.[10] estudiaron adultos con SD y encontraron niveles más bajos de masa magra y masa muscular medida con absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA) en el grupo con SD, comparados con hombres y mujeres sin SD. Angelopoulou et al.[11] midieron la fuerza de las extremidades inferiores con un dinamómetro isocinético a diferentes velocidades angulares y encontraron niveles de fuerza más bajos en cuádriceps de jóvenes adultos con SD comparados con otros sin SD, con o sin retraso mental. También Mercer et al.[12] demostraron que los niños y niñas con SD tienen un pico de fuerza

para la abducción de la cadera y la extensión de la rodilla más bajo que los niños y niñas sin SD. Estos estudios nos sugieren que, los niños y niñas con SD tienen menos fuerza muscular que sus homólogos sin SD; y que los adultos con SD tienen menos masa magra y muscular que los adultos sin SD.

Los estudios que evalúan la masa magra en niños y adolescentes con SD son escasos y no proporcionan datos sobre la masa muscular en las extremidades[8], que además es uno de los factores determinantes de la fuerza. El DXA es un método relativamente extendido, que además se utiliza con niños y adolescentes por su baja radiación, tiempo de exposición y precisión en los resultados. Además proporciona análisis regionales de composición corporal y nos informa de la masa muscular de las extremidades[13]. Los estudios sobre fuerza también son escasos en esta población, sugiriendo niveles más bajos en personas con SD de cualquier edad[11, 12]. Tampoco se conoce la relación entre masa muscular y fuerza en niños y adolescentes con SD. El estudio de esta relación podría aportar información relevante sobre las causas de los niveles de fuerza reducidos observados en esta población.

## Objetivo

Describir los niveles de masa muscular y fuerza isométrica y dinámica de las extremidades inferiores de niños y adolescentes con SD, y estudiar la relación entre masa muscular y fuerza en esta población.

## Material y Métodos

### Muestra

La muestra está compuesta por 32 niños y adolescentes (15 chicas y 17 chicos) con SD, entre 9 y 19 años. El grupo control sin SD (no-SD) lo forman 35 sujetos (15 chicas y 20 chicos), emparejados por edad y sexo. En el grupo con SD los criterios de inclusión fueron, niños y adolescentes con SD, en el grupo no-SD todos los niños y adolescentes eran sanos, sin enfermedad conocida y ninguno de ellos estuvo tomando medicamentos los 3 meses anteriores a las pruebas. En ambos grupos se recogió toda la información sobre enfermedades u operaciones anteriores y estancias en hospitales. También se recogió la información sobre actividad física actual, años de práctica y nivel. Ambos, padres y niños fueron informados sobre el objetivo y procedimientos del estudio, así

como de los posibles riesgos y beneficios del mismo. Se obtuvo un consentimiento informado de todos los sujetos y de sus padres o tutores.

El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki de 1961 (revisión de Edimburgo en 2000) y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Gobierno de Aragón.

### ***Medidas antropométricas y masa muscular***

Se midió el peso (0.1 kg) y talla (0.1 cm) de todos los sujetos descalzos y en ropa interior. El índice de masa corporal (IMC) se calculó como kilogramos de peso divididos por la talla al cuadrado (m). La masa muscular se evaluó mediante una DXA, usando una versión pediátrica del software QDR-Explorer (Hologic Corp. Software version 12.4, Waltham, MA). El equipamiento DXA fue calibrado con un fantoma de espina lumbar siguiendo las indicaciones del fabricante. Los sujetos fueron escaneados en posición supina y el escáner se realizó en máxima resolución. Se midió la masa muscular del cuerpo completo y después se realizó un análisis regional separando, cabeza, tronco, zonas lumbares y extremidades.

### ***Maduración sexual***

El estadio de maduración sexual se determinó por observación, de acuerdo con los 5 estadios propuestos por Tanner y Whitehouse[14].

### ***Fuerza***

Para medir la fuerza isométrica máxima (FI) de los músculos extensores de la extremidad inferior se usó una célula de carga anclada en la pared. Los niños realizaban extensión máxima de extremidad inferior desde una posición de sentados con las rodillas a 90° y las manos sobre los muslos. Los tests de Counter Movement Jump (salto con contra-movimiento; CMJ) y Abalakov (ABA) se utilizaron para valorar la fuerza dinámica de las extremidades inferiores. Cada niño efectuó tres intentos con cada pierna y tres saltos de cada tipo, tomamos como válido el valor más alto de los tres.

Se calculó un Índice de Fuerza Relativa (IFR) dividiendo los kilogramos de fuerza efectuados en el test de FI por los kilogramos de masa muscular que tenían en las extremidades inferiores, medida con DXA.

### ***Análisis estadístico***

Los datos se muestran como media  $\pm$  desviación típica. Todas las variables mostraron una distribución normal. Se realizó la prueba *t* de Student

para estudiar las diferencias en edad, peso, talla, IMC, FI, CMJ, ABA, IFR y masa muscular en extremidades inferiores entre los grupos SD y no-SD. Las diferencias en la maduración sexual se establecieron mediante la prueba de Chi cuadrado. Para estudiar las diferencias en la masa muscular de extremidades inferiores entre ambos grupos se efectuó un análisis de covarianza (ANCOVA), usando como covariables la altura y el estado de maduración sexual. En todos los análisis se estudiaron a todos los sujetos como grupo y también divididos por género.

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS (versión 14.0 para Windows). Se tomó como nivel de significación de  $p < 0.05$ .

## **Resultados**

El grupo con SD pesó 8 kg menos y midió 15 cm menos que el grupo no-SD ( $p < 0.05$ ), sin embargo no se encontraron diferencias en el IMC ni tampoco en los estadios de maduración sexual de Tanner (Tabla 1). El grupo SD obtuvo valores inferiores en todas las variables (FI, CMJ, ABA e IFR) comparado con el grupo no-SD ( $p < 0.05$ ). Estas diferencias persistían al dividir la muestra por sexos ( $p < 0.05$ ); Tabla 2).

En valores netos, el grupo SD obtuvo valores inferiores en masa muscular de las extremidades inferiores ( $p < 0.05$ ; Figura 1), sin embargo, al ajustar por talla y estadio Tanner estas diferencias desaparecían, tanto como grupo como separado por sexos ( $p < 0.05$ ; Figura 2).

## **Discusión**

Diversos autores han descrito previamente niveles más bajos de fuerza en grupos de población con SD comparados con poblaciones sin SD con o sin RM[2, 11, 12, 15-19]. No obstante, no todos ellos estudiaron poblaciones en edad de crecimiento como es nuestro caso. Nuestros resultados se encuentran en la línea de los referidos por Morris et al.[19] y Mercer et al.[12], con niveles más bajos de fuerza muscular en niños con SD comparados con otros sin SD. Sus test valoraban otro tipo de fuerza muscular, pero siempre fuerza de las extremidades inferiores en niños y adolescentes. Angelopoulou et al.[11] trabajó con adultos jóvenes y también encontró valores significativamente bajos de fuerza en las extremidades inferiores de los sujetos con SD. Otros autores [2, 15-18] estudiaron adultos y obtuvieron las mismas conclusiones, la población con SD tiene un claro déficit de fuerza

	Síndrome de Down			No Síndrome de Down		
	Total	Chicas	Chicos	Total	Chicas	Chicos
Edad (a)	15.18±2.93	14.77±3.24	15.54±2.68	14.25±2.64	13.89±2.94	14.52±2.44
Peso (kg)	<b>46.00*±12.56</b>	<b>43.74*±13.72</b>	<b>48.10*±11.45</b>	53.86±13.78	50.58±14.50	56.33±13.03
Talla (cm)	<b>145.24*±11.62</b>	<b>138.94*±9.90</b>	<b>150.79*±10.28</b>	160.69±14.44	153.26±12.08	166.27±13.77
IMC	21.66±3.94	22.37±4.80	21.00±2.95	20.57±3.39	21.20±4.21	20.10±2.64
Tanner (%) I/II/III/IV/V	13/6/13/19/50	20/7/20/13/40	6/6/6/24/59	20/9/20/9/43	27/0/27/0/47	15/15/15/15/40

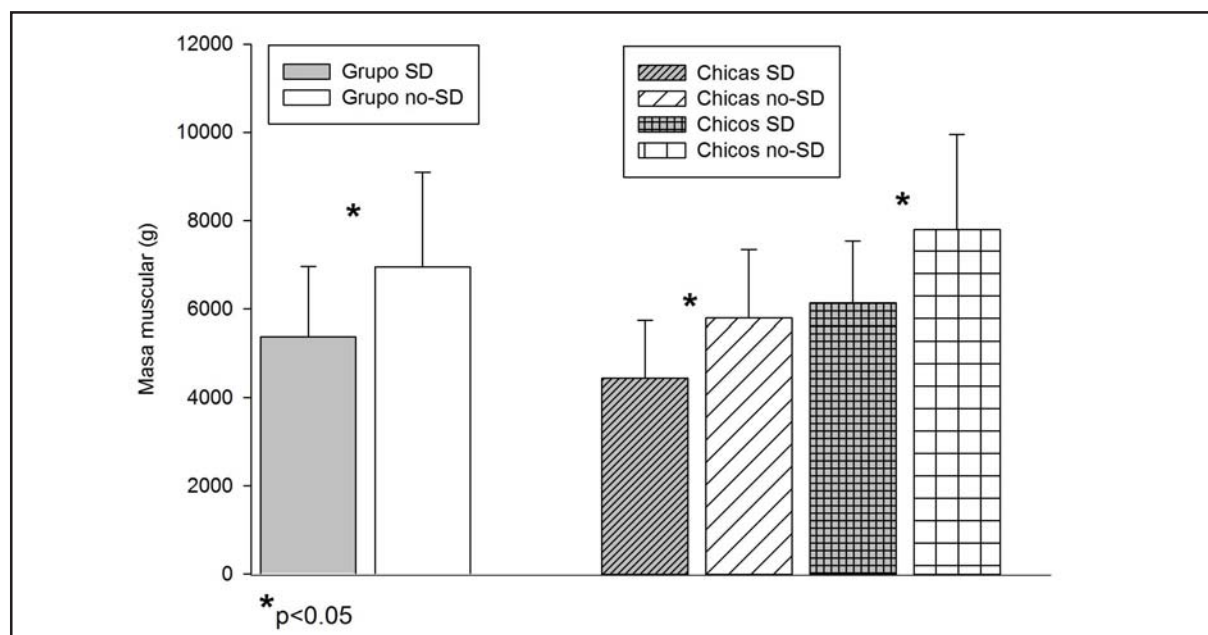
\* p<0.05

**Tabla 1.** Descripción de la muestra, datos antropométricos y de maduración sexual

	Síndrome de Down			No Síndrome de Down		
	Total	Chicas	Chicos	Total	Chicas	Chicos
FI (kg)	<b>38.18*±17.08</b>	<b>33.15*±11.98</b>	<b>42.32*±19.75</b>	61.34±22.25	56.31±21.88	65.04±22.37
CMJ (cm)	<b>14.53*±6.04</b>	<b>11.52*±4.92</b>	<b>16.66*±5.96</b>	26.78±9.83	22.05±6.92	30.92±10.31
ABA (cm)	<b>16.64*±6.93</b>	<b>11.98*±4.35</b>	<b>19.94*±6.57</b>	31.46±9.18	26.62±7.03	35.69±8.89
IFR	<b>7.02*±2.06</b>	<b>7.38*±1.92</b>	<b>6.75*±2.18</b>	8.94±2.04	9.71±1.99	8.38±1.93

FI = fuerza isométrica, CMJ = salto con contramovimiento, ABA = salto con ayuda de brazos, IFR = índice de fuerza relativa  
\* p<0.05

**Tabla 2.** Valores de fuerza, saltos e índice de fuerza relativa

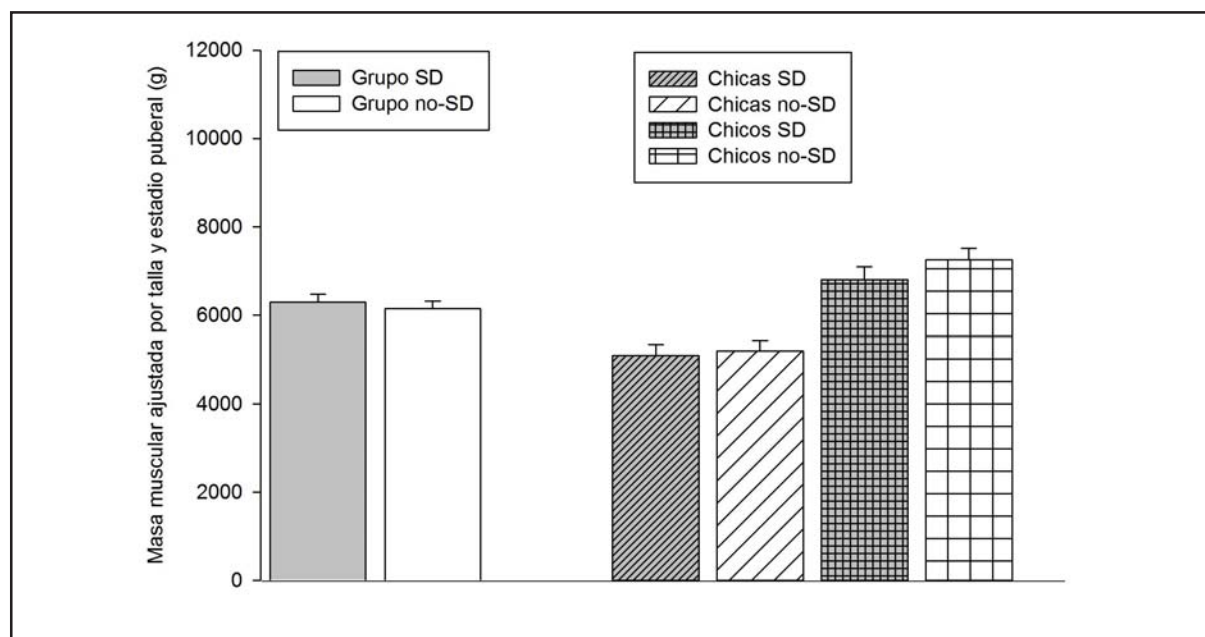


**Figura 1.** Valores netos de masa muscular de las extremidades inferiores

muscular en todos los ejercicios en que se ha valorado, extremidades superiores, extremidades inferiores, zona abdominal, espalda baja, etc... Las diferencias que existen entre nuestra población con SD y el grupo control no-SD es posible que no sean únicamente de fuerza en términos absolutos, es decir, a músculos más grandes, más fuerza ejercida. Es muy probable que también exista un problema de eficiencia muscular. Para averiguar esto elaboramos el IFR, el cual nos indicó que los adolescentes con SD no fueron capaces de practicar tantos kilogramos de fuerza por cada kilogramo de masa muscular de sus extremidades inferiores, comparados con los adolescentes sin SD. Es posible que otras causas fisiológicas o de transmisión neuromuscular incidan en esta falta de eficiencia, siendo necesaria más investigación en esta línea.

En población en crecimiento con SD, el estudio de Luke et al.[8] demostró que no existían diferencias en la masa libre de grasa entre niños y niñas prepúberes con y sin SD. En jóvenes adultos de 26 años de edad media, el estudio de Guijarro et al.[9] encontró niveles inferiores de masa libre de grasa entre sujetos con y sin SD. Por último, en una muestra muy heterogénea que incluía personas con SD desde 14 hasta 44 años de edad, describieron niveles más bajos de masa muscular en los sujetos con SD comparándolos con otros sin SD [10].

Como se ha observado, los niveles de fuerza muscular en población con SD comparados con población sin SD son más bajos en todos los grupos de edad; en la niñez, la adolescencia y también en la edad adulta. Sin embargo, las diferencias en masa magra o muscular que existen en grupos de adultos con SD no se observan en la franja de edad de nuestro estudio. Esto podría sugerir que el déficit de masa muscular que aparece en edad adulta no sea debido a un problema inherente de la población con SD, sino más bien debido al desuso de los músculos desde la niñez. Existen varias causas que podrían explicar estas diferencias entre niños y adolescentes con los adultos. Es posible que al contar con menos fuerza muscular, los niños y adolescentes con SD sean menos dados a usar sus músculos y no provocan la hipertrofia necesaria para alcanzar niveles óptimos de masa muscular en edad adulta. Quizá el mayor sedentarismo y menor participación en programas de ejercicio físico podría también explicarlo. Incluso podría ocurrir que necesitaran entrenamientos específicos y adaptados a su condición. En cualquier caso, se necesitan estudios que lo corroboren. De hecho, un estudio longitudinal sería mucho más efectivo para determinar si realmente ocurre esta pérdida de masa muscular al llegar a la edad adulta o si, los sujetos adultos de los otros estudios ya tenían déficit de masa muscular durante la niñez y la adolescencia.



**Figura 2.** Valores ajustados por talla y estadio puberal de masa muscular de las extremidades inferiores



## Conclusión

Los niños y adolescentes con SD de nuestro estudio mostraron una masa muscular similar a los niños y adolescentes sin SD, una vez ajustada por talla y desarrollo puberal. Sin embargo mostraron valores significativamente inferiores en todas las variables relacionadas con la fuerza. Los niños y adolescentes con SD tampoco fueron capaces de ejercer los mismos kilogramos de fuerza por cada kilogramo de masa muscular que sus homólogos sin SD. Es importante incidir en estos aspectos ya que niveles bajos de fuerza en la niñez y adolescencia les pueden conducir, en edad adulta a niveles inferiores de masa muscular, impidiendo finalmente un adecuado desempeño de las tareas y labores, y por tanto dificultando su inclusión social y laboral.

## Agradecimientos

Agradecemos a Paula Velasco el excelente trabajo técnico realizado en las densitometrías. Este estudio está financiado por el Gobierno de Aragón, (proyecto PM 17/2007) y por el Ministerio de Innovación y Ciencia de España (Red de investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales-EXERNET-DEP2005-00046/ACTI).

## Bibliografía

1. **Pueschel SM.** Clinical aspects of Down syndrome from infancy to adulthood. *Am J Med Genet Suppl.* 1990;7:52-6.
2. **Pitetti KH, Boneh S.** Cardiovascular fitness as related to leg strength in adults with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 Mar;27(3):423-8.
3. **Winnick J.** Adapted Physical Education and Sport. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1995.
4. **Pueschel SM.** Should children with Down syndrome be screened for atlantoaxial instability? *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1998 Feb;152(2):123-5.
5. **Fernhall B, Pitetti KH, Rimmer JH, McCubbin JA, Rintala P, Millar AL, et al.** Cardiorespiratory capacity of individuals with mental retardation including Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1996 Mar;28(3):366-71.
6. **Fernhall BM, JA. Pitteti, KH. Rintala, P.** Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 October;33(10):1655-60.
7. **Guerra M, Llorens N, Fernhall B.** Chronotropic incompetence in persons with down syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003 Nov;84(11):1604-8.
8. **Luke A, Sutton M, Schoeller DA, Roizen NJ.** Nutrient intake and obesity in prepubescent children with Down syndrome. *J Am Diet Assoc.* 1996 Dec;96(12):1262-7.
9. **Guijarro M, Valero C, Paule B, Gonzalez-Macias J, Riancho JA.** Bone mass in young adults with Down syndrome. *J Intellect Disabil Res.* 2008 Mar;52(Pt 3):182-9.
10. **Baptista F, Varela A, Sardinha LB.** Bone mineral mass in males and females with and without Down syndrome. *Osteoporos Int.* 2005 Apr;16(4):380-8.
11. **Angelopoulou N, Matziari C, Tsimaras V, Sakadamis A, Souftas V, Mandroukas K.** Bone mineral density and muscle strength in young men with mental retardation (with and without Down syndrome). *Calcif Tissue Int.* 2000 Mar;66(3):176-80.
12. **Mercer VS, Lewis CL.** Hip Abductor and Knee Extensor Muscle Strength of Children with and without Down Syndrome. *Pediatr Phys Ther.* 2001 Spring;13(1):18-26.
13. **Calbet JA, Perez-Gomez J, Vicente-Rodriguez G, Ara I, Olmedillas H, Chavarren J, et al.** Look before you leap: on the issue of muscle mass assessment by dual-energy X-ray absorptiometry (reply to Jordan Robert Moon comments). *Eur J Appl Physiol.* 2008 Oct;104(3):587-8.
14. **Tanner JM, Whitehouse RH.** Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child.* 1976 Mar;51(3):170-9.
15. **Rimmer JH, Heller T, Wang E, Valerio I.** Improvements in physical fitness in adults with Down syndrome. *Am J Ment Retard.* 2004 Mar;109(2):165-74.
16. **Pitetti KH, Rimmer JH, Fernhall B.** Physical fitness and adults with mental retardation. An overview of current research and future directions. *Sports Med.* 1993 Jul;16(1):23-56.
17. **Guerra-Balic M, Cuadrado-Mateos E, Geronimo-Blasco C, Fernhall B.** Physical Fitness Levels of Physically Active and Sedentary Adults With Down Syndrome. *Adapted Physical Activity Quarterly.* 2000;17(3):310-21.
18. **Horvat M, Pitetti KH, Croce R.** Isokinetic torque, average power, and flexion/extension ratios in nondisabled adults and adults with mental retardation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997 Jun;25(6):395-9.
19. **Morris AF, Vaughan SE, Vaccaro P.** Measurements of neuromuscular tone and strength in Down's syndrome children. *J Ment Defic Res.* 1982 Mar;26(Pt 1):41-6.